



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 54 523 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 C 7/04**  
B 23 K 26/00

⑳ Aktenzeichen: 199 54 523.5  
㉔ Anmeldetag: 12. 11. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 20. 9. 2001

DE 199 54 523 A 1

㉑ Anmelder:  
Junger, Johannes, 82205 Gilching, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241  
München

㉓ Erfinder:  
Junger, Johannes, 82205 Gilching, DE  
  
㉔ Entgegenhaltungen:  
DE 42 32 690 C1  
DE 40 02 029 A1  
US 51 96 027  
EP 6 63 179 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Oberflächenbearbeitung einer Kontaktlinse zur individuellen Anpassung an das System Auge

⑤7 Beschrieben wird ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung einer Kontaktlinse, die unmittelbar auf ein, durch die Kontaktlinse optisch zu korrigierendes Auge aufgesetzt wird, mit einer mit dem Auge weitgehend ganzflächig in Kontakt tretenden Kontaktlinsenoberfläche und einer dem Auge gegenüberliegenden zu bearbeitenden Kontaktlinsenoberfläche.  
Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass eine refraktive Messung an dem, mit der Kontaktlinse aufsitzendem Auge durchgeführt wird, wobei ausschließlich für das Auge typische optische Korrekturdaten gewonnen werden, dass ein, mittels Laserstrahl unterstütztes Materialabtragverfahren an der unmittelbar auf dem Auge aufsitzenden Kontaktlinse angewendet wird, durch das die zu bearbeitende Oberfläche mittels fotoablativer Materialabtragung eine Oberflächenform annimmt, durch die eine Flächenbrechkraft in der Kontaktlinse gewonnen wird, die durch die optischen Korrekturdaten bestimmt wird.

DE 199 54 523 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung einer Kontaktlinse, die unmittelbar auf ein, durch die Kontaktlinse optisch zu korrigierendes Auge aufgesetzt wird, mit einer, mit dem Auge weitgehend ganzflächig in Kontakt tretenden Kontaktlinsenoberfläche und einer dem Auge abgewandten zu bearbeitenden Kontaktlinsenoberfläche.

## Stand der Technik

Sehkorrekturen an optisch fehlsichtigen Augen können in an sich bekannter Weise mittels gängiger Kontaktlinsen durchgeführt werden, die als transparente optische Elemente unmittelbar auf der Augenoberfläche aufsetzbar sind. Die optische Wirkung von Kontaktlinsen ist nahezu identisch wie bei Brillengläsern und durch die Relativkrümmung der sich gegenüberliegenden Kontaktlinsenoberflächen bedingt. Handelsübliche Kontaktlinsen werden in Formgussverfahren hergestellt, jedoch sind auf diese Weise lediglich Kontaktlinsen in einer ausreichenden Qualität zu erhalten, die der Korrektur sphärischer Sehfehler dienen. Sollen mit Kontaktlinsen jedoch Augen mit Astigmatismen korrigiert werden, so sind komplizierte Kontaktlinsenoberflächen-Bearbeitungstechniken nötig, die die Kontaktlinsenoberfläche mit einer entsprechenden optisch wirksamen Oberflächentopologie versieht. Individuelle Unregelmäßigkeiten im System Auge können bislang nicht ausreichend in Herstellungsverfahren berücksichtigt werden.

Bisher bekannte Oberflächenbearbeitungsverfahren sehen vor, die Kontaktlinsen getrennt vom Auge zu bearbeiten. Dies hat jedoch den Nachteil, dass die zum Teil sehr flexibel ausgebildeten Kontaktlinsen während ihrer Oberflächenbearbeitung eine andere Grundform einnehmen als es der Fall ist, wenn die Kontaktlinsen unmittelbar auf dem optisch zu korrigierenden Auge aufliegen. Da die Augenoberfläche zum Teil sehr starke Deformationen aufweist, durch die Augenoberfläche von einer idealen sphärischen Oberfläche stark abweichen kann, kann eine individuell bearbeitete Kontaktlinse auf der Augenoberfläche in entscheidendem Maße anders gekrümmt sein, als im Falle ihrer Herstellung. Dies führt unwillkürlich zu optischen Fehlanpassungen, die es gilt, zu vermeiden.

## Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Herstellungsverfahren für Kontaktlinsen anzugeben, das die vorstehend beschriebenen Fehlanpassungen weitgehend ausschließt. Insbesondere soll ein Weg gefunden werden, der die Herstellung von Kontaktlinsen individuell auf den zu korrigierenden Augenkörper abstimmt, wobei das Verfahren möglichst einfach und kostengünstig durchführbar sein soll.

Die Lösung der der Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe ist Gegenstand des Anspruchs 1 und 3. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der im Anspruch 1 formulierte Lösungsgedanke sieht vor, dass eine vorzugsweise weiche Kontaktlinse auf das optisch zu korrigierende Auge aufgebracht wird, sodass die Kontaktlinse und der Augenkörper weitgehend eine einzige optische Einheit bilden. Damit ist gemeint, dass die Kontaktlinse mit ihrer, dem Auge zugewandten Oberfläche möglichst ganzflächig mit dem Augenkörper verbunden ist, sodass die Kontaktlinse passgenau der Oberflächentopologie

des Augenkörpers angepasst ist.

Mit Hilfe eines refraktiven Messverfahrens, z. B. dem sogenannten Wavefront Detection Verfahren wird nun die optische Fehlsichtigkeit des Auges bestimmt, sodass optische Korrekturwerte ermittelt werden, die der nachfolgenden Oberflächenbehandlung für die Kontaktlinse zugrundegelegt werden.

In einem weiteren Schritt wird die auf dem Auge unmittelbar aufsetzende Kontaktlinse mit Hilfe eines z. B. fotoablativen, thermischen oder fotodisruptiven Materialabtrageverfahrens derart bearbeitet, sodass Laserstrahlen gezielt auf die dem Auge abgewandten Kontaktlinsenoberfläche gerichtet werden, die einen definierten lokalen Materialabtrag bewirken. Der Energieeintrag und die Wellenlänge der hierfür verwendeten Laserpulse sind derart zu wählen, dass der größte Teil des Energieeintrags im Kontaktlinsenmaterial deponiert wird. Vorzugsweise eignen sich hierzu Wellenlängen im ultravioletten Spektralbereich, die von den verwendeten Kontaktlinsenmaterialien absorbiert werden. Durch die gezielte Wahl der Wellen- und / oder Pulslänge und des Energieeintrags sowie geeignete Fokussierung können die durch jeden einzelnen Laserpuls abtragbaren Materialmengen in der Kontaktlinse definiert werden. Das fotoablativ, thermische oder fotodisruptive Materialabtrageverfahren erfolgt über die gesamte Oberfläche der Kontaktlinse solange, bis eine gewünschte Oberflächentopologie erreicht ist, die einer Flächenbrechkraft entspricht, die den durch das vorangegangene refraktive Messverfahren ermittelten optischen Korrekturwerten entsprechen.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es zudem möglich, während des Materialabtrags die sich verändernden Brechkraftverhältnisse zu erfassen, sodass eine unmittelbare Einflussnahme auf das Materialabtrageverfahren genommen werden kann.

Hauptvorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass es gestattet, dass die Kontaktlinse eine individuelle Brechkraftanpassung für eine optimale optische Korrektur des Systems Auge erfährt.

Alternativ sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass eine refraktive Messung am Auge durchgeführt wird, wobei für das Auge typische optische Korrekturdaten sowie Informationen über die Augenoberflächentopologie gewonnen werden und die refraktive Messung mit aufsetzender Kontaktlinse durchgeführt wird, und dass ein, mittels Laserstrahl unterstütztes Materialabtrageverfahren an der vom Auge getrennten Kontaktlinse angewendet wird, durch das die zu bearbeitende Oberfläche mittels Laser-unterstütztes Materialabtragung eine Oberflächenform annimmt, durch die eine Flächenbrechkraft in der Kontaktlinse gewonnen wird, die durch die optischen Korrekturdaten bestimmt wird, wobei die Informationen über die Augenoberflächentopologie berücksichtigt werden.

Unter Verwendung des Wavefront Detection Verfahrens als refraktives Verfahren können neben den optischen Korrekturdaten für das fehlsichtige Auge auch Informationen über dessen Oberflächentopologie gewonnen werden. Nimmt man nach vollzogener optischer refraktiver Vermessung des Auges die Kontaktlinse vom Augenkörper ab, so können neben den optischen Korrekturwerten auch die Informationen über die Augenoberflächentopologie während der Kontaktlinsenoberflächenbearbeitung mitberücksichtigt werden. Dies kann Prozessrechnergesteuert erfolgen, indem die Laserenergie ortsabhängig variiert wird um entsprechende Deformationerscheinungen in der Kontaktflächen-geometrie zu berücksichtigen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung einer Kontaktlinse, die unmittelbar auf ein durch die Kontaktlinse optisch zu korrigierendes Auge aufgesetzt wird, mit einer mit dem Auge weitgehend ganzflächig in Kontakt tretenden Kontaktlinsenoberfläche und einer dem Auge gegenüberliegenden zu bearbeitenden Kontaktlinsenoberfläche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine refraktive Messung am Auge durchgeführt wird, wobei für das Auge typische optische Korrekturdaten gewonnen werden und die refraktive Messung mit aufsitzen- der Kontaktlinse durchgeführt wird, und dass ein, mittels Laserstrahl unterstütztes Materialabtragever- fahren an der unmittelbar auf dem Auge aufsitzenden Kontaktlinse angewendet wird, durch das die zu bear- beitende Oberfläche mittels Laser-unterstütztes Materi- alabtragung eine Oberflächenform annimmt, durch die eine Flächenbrechkraft in der Kontaktlinse gewonnen wird, die durch die optischen Korrekturdaten bestimmt wird.  
5 10 15 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Materialabtrageverfahren mittels refrakti- ver Messung überwacht wird.
3. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine refraktive Messung am Auge durchgeführt wird, wobei für das Auge typi- sche optische Korrekturdaten sowie Informationen über die Augenoberflächentopologie gewonnen wer- den und die refraktive Messung mit aufsitzen- der Kon- taklinse durchgeführt wird, und dass ein, mittels La- serstrahl unterstütztes Materialabtrageverfahren an der vom Auge getrennten Kontaktlinse angewendet wird, durch das die zu bearbeitende Oberfläche mittels La- ser-unterstütztes Materialabtragung eine Oberflächen- form annimmt, durch die eine Flächenbrechkraft in der Kontaktlinse gewonnen wird, die durch die optischen Korrekturdaten bestimmt wird, wobei die Informatio- nen über die Augenoberflächentopologie berücksich- tigt werden.  
25 30 35 40
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da- durch gekennzeichnet, dass zur fotoablativen Material- abtragung Laserpulse verwendet werden, die zu einen bestimmten Energieeintrag in das Kontaktlinsenmate- rial führen wodurch eine definierte Menge an Kontakt- linsenmaterial fotoablativ abgetragen wird.  
45
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da- durch gekennzeichnet, dass das zur Fotoablation erfor- derliche Laserlicht, vorzugsweise UV-Licht vollstän- dig in der Kontaktlinse absorbiert wird.  
50
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da- durch gekennzeichnet, dass die Kontaktlinse aus wei- chem Kontaktlinsenmaterial gewählt wird, sodass ein bündiges Anschmiegen der Kontaktlinse mit der Au- genoberfläche erfolgt.  
55
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, da- durch gekennzeichnet, dass die Materialbearbeitung fotodisruptiv beziehungsweise thermisch erfolgt statt fotoablativ, z. B. bei Pico- und Femtosekundenlasern beziehungsweise Erbiumlasern.  
60

- Leerseite -